

Было проведено экспериментальное исследование, показавшее хорошую сходимость с расчетными данными.

### Выводы

Разработана опытная установка газогенератора вихревого типа.

Проведено математическое моделирование процессов, происходящих в реакторе.

Разработана упрощенная методика расчета газогенератора на основе анализа наиболее распространенных подходов.

Проведены экспериментальные исследования процесса газификации топлива.

### Список использованных источников

1. Султангузин И. А., Федюхин А. В., Курзанов С. Ю., Степанова Т. А., Тумановский В. А. Разработка технических решений для производства отечественных когенерационных установок с использованием технологий газификации и пиролиза местного твердого топлива // Промышленная энергетика. 2015. № 5.

2. Берг И. А., Гордеев С. И., Кисельников А. Ю., Худякова Г. И., Худяков П. Ю. Моделирование процессов тепло – массопереноса для разработки аппарата вихревой газификации твердых топлив малой производительности // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6; URL: [www.science-education.ru/120-15350](http://www.science-education.ru/120-15350) (дата обращения: 15.10.2015).

3. Нестеров С. Д., Ральников П. А., Худякова Г. И. Система автоматизированного управления газогенератора вихревого типа // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых 16-19 декабря 2014 г. Екатеринбург: УрФУ, 2014. С. 454-456.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-08-31449 мол\_а.*

УДК 62-67

Савельев Д. А., Рахимова Ю. И.  
Самарский государственный технический университет  
[JuliyRahimova@yandex.ru](mailto:JuliyRahimova@yandex.ru)

## СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ БИОГАЗА К ЕГО ПОДМЕШИВАНИЮ В СЕТИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

**Аннотация.** Выявлены достоинства и недостатки использования сырого биогаза. Рассмотрены способы подготовки биогаза и его подвод в сети природного газа. Выявлены достоинства и недостатки каждого метода.

Основным недостатком использования сырого биогаза в энергогенерирующих установках является его низкая теплотворная способность по сравнению с

природным газом. Кроме того, территория использования биогаза для выработки энергии ограничивается местом его производства [1].

Очистка биогаза и его подвод в сети природного газа являются следующим шагом в использовании биоэнергии, призванным устранить названные ранее недостатки.

В настоящее время применяются следующие способы подготовки биогаза: абсорбционный, адсорбционный, криогенный и мембранный.

Схема установки, применяющей абсорбционный метод очистки биогаза, представляет собой два смесительных аппарата соединенных между собой двумя каналами, предназначенными для циркуляции абсорбирующей жидкости. В одном из аппаратов – скруббере – сырой биогаз взаимодействует с абсорбентом. Абсорбент поглощает некоторые загрязнения биогаза и поступает во второй аппарат – регенератор. В регенераторе происходит очистка абсорбента, от загрязнений, воздухом. Бывает несколько типов установок, работающих по абсорбционному методу очистки, конструкция установок могут отличаться в зависимости от жидкости, используемой в них:

- установка с химической моющей жидкостью (в качестве химического средства используется диэтаноламин);
- установка с органической моющей жидкостью;
- установка с промывкой напорной водой.

Процесс очистки биогаза адсорбционным методом проходит по следующей схеме: биогаз поступает в компрессор где происходит его сжатие до давления 4-7 атмосфер, далее газ подогревают до определенной температуры. Для того, чтобы подать биогаз в адсорбер, его очищают от сероводорода и других серосодержащих элементов так как они могут повредить адсорбер. Адсорбент состоит из двух слоев: первый – это слой цеолита предназначенного для поглощения водяных паров, второй – углеродное молекулярное сито предназначено для адсорбции диоксида углерода. Минус данной схемы в том, что для регенерации адсорбента необходим очищенный газ, что приводит к увеличению затрат на собственные нужды. По количеству электроэнергии, потребляемой на собственные нужды этот способ сопоставим с абсорбционным способом.

Еще одним методом очистки биогаза от нежелательных компонентов является их ожижение путем охлаждения, осуществляемое в несколько ступеней. Этот способ называется криогенным. Данная схема состоит из нескольких соединенных между собой аппаратов. В первом аппарате происходит одновременно сушка и обессеривание биогаза. Затем газ сжимается в компрессоре и подается в регенеративный теплообменник, где охлаждается фреоном ниже точки россы. Далее сухой газ поступает в барьерный фильтр, где происходит удаление большинства загрязнений (кроме углекислого газа и азота). После фильтра газ поступает в теплообменник типа «газ-фреон», где происходит ожижение углекислого газа первой ступени. После этого охлажденный и очищенный биогаз поступает в экономайзер, где подогревается за счет вновь поступившего биогаза. Далее биогаз возвращается в агрегат для осушки и удаления серы, где вновь подогревается сырым биогазом. Таким образом после замыкания контура вновь поступивший биогаз подогревается уже очищенным биогазом, а не водой. Данный

способ очистки, по сравнению с остальными, обеспечивает наиболее большой перечень удаляемых загрязнений из биогаза. Из минусов данной технологии высокие затраты электроэнергии.

Последний способ очистки биогаза – мембранный. Мембранный способ, на сегодняшний день, является относительно новым способом очистки. Он основан на различных растворимостях и диффузионных способностях содержащихся в биогазе компонентов. Схема такой установки: сама мембрана представляет собой полимерное волокно толщиной не более 0,1 мкм с полостью внутри через которую проходит биогаз. Несколько таких волокон собирают в пучки, несколько пучков образуют модуль. Внутренняя часть мембраны является стороной высокого давления, наружная – низкого. Различие парциальных давлений каждого газообразного компонента внутри мембраны и снаружи способствует проникновению компонентов через стенку мембранного волокна, помимо этого важную роль играет еще и скорость проникновения через мембрану отдельных компонентов. Основным преимуществом данного метода является компактность установки и непрерывность технологии, кроме того нет необходимости применять химические средства и затрачивать энергию на регенерацию. Недостатком технологии является возможность повреждения мембраны частичками воды и, как следствие, необходимость предварительной очистки.

#### Список использованных источников

1. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / Коллектив авторов. СПб. : Наука, 2002. 314 с.

УДК 62-531.9

Сироткин Е. А., Соломин Е. В.  
Южно-Уральский государственный университет  
ea.sirotkin@gmail.com

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕОБХОДИМОСТИ ВНЕДРЕНИЯ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В СОСТАВ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

**Аннотация.** Рассмотрены факторы ценообразования на ветроэнергетическое оборудование в целом и на системы управления мощностью в отдельности. Приводится сравнительный анализ затрат, связанных с созданием и внедрением систем управления мощностью в конструкции ветроустановок, с затратами на устранение последствий неуправляемых процессов эксплуатации установок.

Исходя из общемировой практики эксплуатации ветроэнергетического оборудования, конструкция и компоненты ветроэнергетических установок спроектированы таким образом, что номинальная выработка мощности на электрическом генераторе происходит при скорости ветра 11 м/с [1]. Однако, подавляющее